

Практическая работа № 1. Выбор бурового оборудования, расчет производительности и времени бурения, заряжания и взрывания шпуров

Разметка и бурение шпуров. Бурение шпуров является одним из трудоемких процессов и занимает около 25-30% времени проходческого цикла. Бурение шпуров осуществляют после зачистки забоя и разметки положения шпуров на забое.

Для бурения шпуров применяют переносные перфораторы ПР-30к, ПП-50В1, ПП-63В, ПП-63С, бурильные установки БУКС-1М, СМБУ-4 и другие буровые средства. Число одновременно работающих перфораторов регламентируется: на один перфоратор – не более $4-5 \text{ м}^2$, а при скоростных проходках – не более $2-2,5 \text{ м}^2$. В процессе бурения в забое должно быть не менее двух-трех резервных перфораторов.

В качестве бурового инструмента применяют бурильные штанги, шестигранные пустотелые, диаметром 22 мм (БШ-22), длиной 0,7-4,5 м с интервалами по длине 0,7-0,8 м, съемные буровые коронки долотчатой, крестовой и Т-образной формы, армированные твердым сплавом ВК8В и ВК15. Долотчатые коронки (КДШ) и Т-образные (КТШ) применяют в хрупких монолитных и трещиноватых породах, а коронки крестообразной формы – в вязких трещиноватых породах. Диаметры коронок 40, 43, 46, 52 и 56 мм.

Для комплексной механизации бурения шпуров применяют бурильные установки БУКС-1М, БУКС-1МЦ, БУКС-2М, БУКС- 1У2, СМБУ-4М (табл. 1.1).

Таблица 1.1

Параметры	Бурильные установки				
	БУКС- 1м	БУКС- 1мц	БУКС- 2м	БУКС- 1у2	СМБ У-4
Число бурильных машин	4	4	2	2	3
Максимальная глубина шпуров, м	4,2	4,2	2,4	4,4	4
Величина хода бурильной головки (автоподатчика), мм	4500	4500	2700	4500	4000
Усилие подачи, кН	10,8	10,8	10,8	8,8	10,8
Расход сжатого воздуха, м ³ /мин	36	36	33	18	28
Возможный угол наклона бурильной машины, градус	10	10	20	20	24
Расстояние между шпурами, мм	800	800	600-800	600-800	Любое
Размеры установки в транспортном положении, м: высота	10,3	10,3	5,86	9,115	6,76
диаметр описанной окружности	1,54	1,54	1,4	1,25	1,37
Диаметр ствола в свету	5,5-8,5	5,5-9	4,5-8	4-9	5-8
Масса, т	10,2	10,2	7,2	6,4	6

Бурильные установки типа БУКС и СМБУ предназначены для бурения шпуров диаметром 43-52 мм, глубиной до 4,4 м в породах любой крепости в стволах диаметром 5-8,5 м в свету.

Бурильные установки БУКС-1МЦ, БУКС-2М, БУКС-1У2 и другие созданы на базе БУКС-1М и отличаются от нее некоторыми параметрами (см. табл. 1.1).

Установка БУКС-1МЦ предназначена для бурения шпуров, а также цементационных скважин в забое вертикального ствола, при бурении которых на установке монтируют дополнительное оборудование.

Установка БУКС-2М предназначена для бурения шпуров при проходке неглубоких стволов (до 500 м) диаметром 5-8 м обычно в комплексе с погрузочной машиной КС-3. БУКС-2М опирается на призабойную опалубку, к каркасу которой прикреплены монорельс и опорное кольцо с тельферным механизмом для передвижения установки.

Установка БУКС-1У2 предназначена для бурения шпуров при проходке и углубке стволов небольшого диаметра (4,5-6,5) м, а также для бурения цементационных и дегазационных скважин глубиной до 45-50 м. Организация и последовательность бурения шпуров в забое с помощью установок типа БУКС показаны на рис. 1.1.

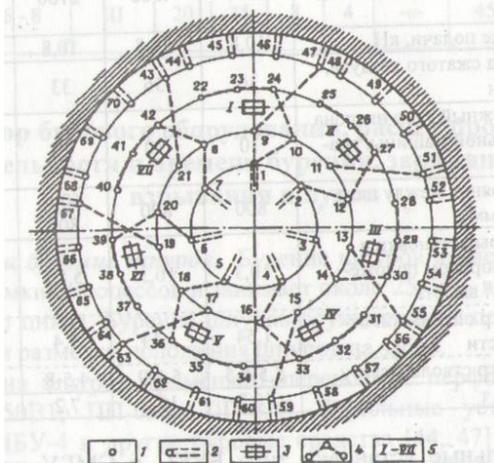


Рис. 1.1. Последовательность бурения шпуров установкой БУКС: 1 – шпуры вертикальные; 2 – шпуры наклонные; 3 – положение колонны БУКС при бурении шпуров; 4 – шпуры, буримые одновременно с позиции БУКС; 5 – позиция бурения

Затраты времени на отдельные операции при бурении шпуров бурильными установками БУКС и СМБУ приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2.

Подготовительные работы к бурению (спуск установки и приведение ее в рабочее состояние), мин	30-35
Заключительные работы (приведение установки в транспортное положение, отсоединение шлангов, подвеска к прицепному устройству), мин	25-30
Перемещение установки с одной позиции на другую и забуривание:	
в сланцах ($f = 4 - 6$), мин	8- 10
в песчаниках ($f = 8-9$), мин	20 - 22
Бурение комплекта шпуров с одной позиции:	
в сланцах ($f = 4 - 6$), мин	5 - 7
в песчаниках ($f = 8 - 9$), мин	7 - 9
в крепких известняках, гранитах ($f = 14$), мин	19 - 21

Установки БУКС и СМБУ обслуживают три-четыре проходчика. Применение этих установок позволяет повысить производительность труда при бурении шпуров в 3-4 раза, сократить в 1,5-2 раза число проходчиков, занятых на бурении шпуров.

Бурильные установки БУКС и СМБУ наиболее эффективны при бурении шпуров в породах с $f < 10-12$, а в более крепких пород их производительность резко уменьшается. Так, при бурении в породах с $f = 4-6$ скорость бурения составляет 0,1-1,5 шпм/мин, а в породах с $f = 16-18$ она снижается до 0,01 шпм/мин, затраты труда на бурение 1 м шпура увеличиваются с 1,5-2 чел.-мин. до 18-20 чел.-мин. Это происходит в основном за счет уменьшения скорости бурения из-за частой замены буровых коронок.

Производительность буровых установок (шпм/ч) типа БУКС и СМБУ может быть определена из выражения:

$$Q = \frac{60nk_n\vartheta_T\varphi}{1 + \vartheta_T t_B}$$

где n – число бурильных машин в установке; k_n – коэффициент готовности установки, равный 0,8-0,9; φ – коэффициент одновременности работы бурильных машин, равный 0,7-0,8; ϑ_T – техническая скорость бурения (табл. 1.3); t_B – продолжительность вспомогательных работ при бурении 1 м шпура (замена коронок, перестановка установок и др.), при глубине шпура 3-4 м и коэффициенте крепости пород $f < 10$ т., = 1-1,5 мин. при $f > 10$ $t_B = 1,5-2$ мин.

Таблица 1.3.

f	6	7-9	10- 14	> 14
ϑ_T , шпм/мин	0,8-1,4	0,7-0,8	0,5- 0,7	0,15-0,35

Продолжительность бурения (ч) комплекта шпуров в забое:

$$t_B = \frac{Nl}{Q} + t_{пз}$$

где N – число шпуров; l – средняя глубина шпуров, м; Q – производительность бурения, шпм/ч; $t_{пв.} = 40-60$ мин. – продолжительность подготовительно-заключительных операций.

При бурении перфораторами ПР-30К, ПП-63С и другими средняя скорость бурения $V_{ср}$ в породах различной крепости имеет значения, представленные в таблице 1.4.

Таблица 1.4

f	3 - 6	7 - 10	11 - 16
$V_{ср}$, шпм/мин	0,38-0,42	0,23 - 0,26	0,11-0,13

Производительность бурения шпуров (шпм/ч) перфораторами с учетом подготовительно-заключительных операций

$$Q_6 = 50\varphi n_{п} k_{д} k_{п} k_{в} / (4,5 + f)$$

где: $\varphi = 0,8-0,9$ – коэффициент одновременности работы перфораторов; $n_{п} = S_{пр} / S_{уд}$ – количество одновременно работающих перфораторов; $S_{уд}$ – площадь забоя на один перфоратор (на скоростных проходках $S_{уд} = 1,5-2$ м²); $k_{в}$ – коэффициент, учитывающий приток воды в ствол (табл. 1.5); $k_{д} = 36/d_{ш}$ – коэффициент, учитывающий диаметр шпура; $d_{ш}$ – диаметр шпура, мм; $k_{п}$ – коэффициент, учитывающий тип перфоратора, равный 1,2 для перфоратора ПР-30К и 1 – для перфоратора ПП-63С

Таблица 1.5

Приток воды, м ³ /ч	6	6 - 13	13 - 20
$k_{в}$	1	0,9	0,8

Выбор оборудования для буровзрывных работ производится с учетом данных, представленных в таблицах 1.6, 1.7, 1.8.

Таблица 1.6

Коэффициент крепости пород	Средняя скорость бурения (шпм/мин.) перфоратором		
	ПР-30К	ПП-63С	БУКС-1М
3 - 6	0,3 - 0,34	0,38-0,42	1,2 - 1,8
7 - 10	0,18-0,21	0,23-0,26	0,7 - 1,1
12 - 16	0,09-0,11	0,11 - 0,13	0,45 - 0,65

Таблица 1.7

Коэффициент средней скорости бурения шпуров		
Глубина шпура, м	Ручные перфораторы	Бурильные установки
1	1	1
2	0,92	0,97
3	0,85	0,93
4	0,77	0,9
5	0,7	0,86

Таблица 1.8

Продолжительность (мин/шпм) вспомогательных операций при бурении шпура		
Глубина шпура, м	Перфораторы	Бурильные установки
1	3	2,5
2	5	3
3	7	3,5
4	9	4
5	11	4,5

Продолжительность буровзрывных работ. Продолжительность работ по обуриванию забоя, мин:

$$T_{\text{бур}} = \frac{Nlt_{\text{исп}}^{\text{бур}}}{L_{\text{бм}}M_{\text{бм}}V_{\text{ср}}^{\text{тех}}}$$

где $L_{\text{бм}}$ – коэффициент одновременности работы бурильных машин (для перфораторов $L_{\text{бм}} = 0,85$, для бурильных установок $L_{\text{бм}} = 0,75$); $M_{\text{бм}}$ – число работающих машин; l – глубина шпура, м.

Таблица 1.9

Наименование операций	Продолжительность, мин.
Спуск, подсоединение и выдача бурового оборудования:	
ручные перфораторы	10-25
бурильные установки	40-60
Спуск, выгрузка ВВ и забойка	10-15
Подъем оборудования на взрывобезопасную высоту и выезд смены:	
ручные грузчики	10- 15
погрузочные агрегаты	15-20
Проветривание	15-30
Спуск оборудования и приведение ствола в безопасное состояние	20-30
Суммарные затраты времени на все операции	65-155

Продолжительность (мин.) подготовительно-заключительных операций для буровзрывных работ приведена в таблице 1.9.

Количество одновременно работающих перфораторов определяют из расчёта до $4,5 \text{ м}^2$ площади забоя на один перфоратор.

Средняя техническая скорость бурения, шпм/мин.

$$V_{\text{ср}}^{\text{тех}} = V_0^{\text{тех}} K_{\text{ср}}^{\text{тех}}$$

где: $V_0^{\text{тех}}$ – начальная техническая скорость бурения, м/мин (табл. 1.6); $K_{\text{ср}}^{\text{тех}}$ – коэффициент средней скорости бурения (табл. 1.7); $t_{\text{исп}}^{\text{бур}}$ – средняя продолжительность вспомогательных операций при бурении одного шпура, мин (табл. 1.8).

Продолжительность заряжания и взрывания шпуров, мин.

$$T_{\text{зар}} = \frac{N \tau_{\text{зар}}}{L_{\text{зар}} M_{\text{зар}}}$$

где: $L_{\text{зар}}$ – коэффициент средней численности заряжающих (по данным практики следует принимать $L_{\text{зар}} = 0,8$); $M_{\text{зар}}$ – число проходчиков, занятых на заряжании ($M_{\text{зар}} = S_{\text{пр}}/S_{\text{зар}} < 8$ чел.); $S_{\text{зар}}$ – удельная площадь забоя на одного заряжающего ($S_{\text{зар}} > 5 \text{ м}^2$); $\tau_{\text{зар}}$ – время заряжания одного шпура, включая монтаж электросети, мин. ($\tau_{\text{зар}} = 4 + 1,1 l$, мин).

Общая продолжительность буровзрывных работ, ч

$$T_{\text{БВР}} = T_{\text{бур}} + T_{\text{зар}} + T_{\text{п.з.}}$$

где: $T_{\text{п.з.}}$ – суммарные затраты времени на все подготовительно-заключительные операции при буровзрывных работах (см. табл. 1.9).

Удельная продолжительность буровзрывных работ на 1 м продвижения забоя, ч/м

$$T_{\text{БВР}}^{\text{уд}} = T_{\text{БВР}}/(\eta l)$$

Задачи для решения. Выбрать буровое оборудование и определить продолжительность буровзрывных работ при проходке ствола с учетом подготовительно-заключительных операций для следующих условий.

Вариант	Глубина ствола, м	Диаметр ствола в свету, м	Толщина крепи, мм	Глубина шпуров, м	Число шпуров, шт	Крепость пород
1	600	4,5	250	4,5	34	10
2	800	5,0	300	5,0	42	8
3	1000	5,5	250	4,5	56	12
4	1200	6,0	300	5,0	64	6
5	1400	6,5	250	4,5	68	12
6	1600	7,0	300	5,0	72	10